

シンポジウム報告

国際雪氷学会シンポジウム

“International Symposium on Snow, Ice and Humanity in a Changing Climate” 参加報告

東 久美子¹⁾, 榎本 浩之²⁾, 上村 靖司³⁾, 坂井亜規子⁴⁾,
杉浦幸之助⁵⁾, 高橋 修平²⁾, 竹内由香里⁶⁾, 舘山 一孝²⁾,
平島 寛行⁷⁾, 山口 悟⁷⁾

1. 概要

高橋修平 (北見工業大学)

IGS (International Glaciological Society) 主催, 日本雪氷学会共催の表記シンポジウムが, 2010 年 6 月 21~25 日, 北海道大学国際交流会館 (札幌市) において開催された (図 1). タイトル名を直訳すると「気候変動下の雪, 氷, 人間」という雪氷研究の広い範疇を含み, より多くの研究者に参加して欲しいという実行委員会の意図であった.

オープニングは佐藤篤司・国内実行委員長, Eric Brun・国際雪氷学会長, 本堂武夫・北大副学長, Perry Bartelt・編集委員長からの挨拶があった (図 2). その後, 16 セッションでの口頭発表 (70 件), 2 回に渡るポスターセッション (96 件) およびキーノートスピーチ (1 件) が行われた. 参加者は 154 名, 研究発表総計 167 件の内, 国内研究者は 118 件, 国外からは, スイス (15 件), フランス (6 件), 米国 (5 件), ロシア (4 件) など 14 ヶ国, 計 49 件だった. 口頭発表セッションのタイトルは以下の通り.



図 1 シンポジウム参加者による集合写真



図 2 佐藤篤司実行委員長による開会挨拶

-
- 1) 国立極地研究所
 - 2) 北見工業大学
 - 3) 長岡技術科学大学
 - 4) 名古屋大学
 - 5) 海洋研究開発機構
 - 6) 森林総合研究所
 - 7) 防災科学技術研究所

- (1) 雪氷圏変動
- (2) 氷河湖災害とリモートセンシング
- (3) 雪崩動力学と災害分布
- (4) 雪崩発生・予知と吹きだまり
- (5) 雪の性質の解明
- (6) ヒマラヤの氷河
- (7) 雪と氷と人間活動
- (8) 氷コアから見る過去と未来
- (9) 積雪分布と GIS
- (10) 湿雪・地中氷・気泡氷
- (11) 世界の積雪分布と気候変動
- (12) 気候変動世界への科学的責任
- (13) 氷河・極地氷床の現状
- (14) 氷床の予測とモデル入力
- (15) 氷河・海水の予測とモデル入力
- (16) 氷河湖・氷の衝動運動・氷山転覆

発表内容は多岐に渡り、それぞれに熱心な討議、時には厳しい質問・指摘が行われた。シンポジウムの合間の 23 日午後には美唄の貯雪システム見学+温泉、小樽の寿司作り体験ツアーなど 3 つのエクスカージョンが行われ、参加者は皆大いに楽しんだ。クロージングセッションでは Eric Brun からの閉会挨拶の他、Magnús Már Magnússon・IGS 事務局長から国内実行委員会への感謝の辞が述べられた。

この研究発表で提出された論文は査読・編集を経た後、Annals of Glaciology 58 に掲載される。編集委員会に日本からは私（高橋修平）が加わったが、編集打合わせの折、Perry Bartelt 編集委員長に、「編集作業上、気をつけることは何か？」と聞いたら、「Enjoy！」の一言だった。編集・査読は厳正かつ丁寧に行われているが、それ自体を楽しむなさいということであろう。印象的な一言だった。もう 1 人の編集委員長である Douglas R. MacAyeal 氏は陽気なアメリカ人で巨体を揺るがしながらいつもジョークを飛ばしているが、まだ不備が見られるような研究発表でも何とかよくしてあげようという姿勢に感心した。

シンポジウム運営に当たった組織は以下の通り。
Science Steering and Editorial Committee :
Perry Bartelt, Douglas R. MacAyeal (Chief Editors), Luca Egli, Ed Adams, Kalle Kronholm, Florence Naaim, Jo Jacka, Ralf Greve, Shuhei

Takahashi

国内実行委員会 (Local Organizing Committee) :
佐藤篤司 (委員長), 阿部 修, 東久美子, 石井吉之, 兒玉裕二, 的場澄人, 松下拓樹, 中村一樹, 西村浩一, 尾関俊浩, 杉山 慎, 竹内 望

2. 教育・災害・利雪

上村靖司 (長岡技術科学大学)

冒頭から私事で恐縮だが私は IGS の会員ではない。というのも、私の取組んでいる研究に関心を持っていただける学会とは思っていなかったからである。とはいえ今回札幌開催ということ、そして会議の名称に Humanity が含まれていたことから、極めて日本的なテーマの紹介をさせて頂こうと考えた次第である。私の参加した “Snow, ice and human material culture” のオーラルセッションと “Snow, ice and human activity & engineering” というポスターセッションでは計 17 件の発表が行われた (図 3)。本稿では、この中から印象深い発表について紹介する。17 件のうちの 13 件が日本人によるもので、国際会議の紹介文でありながら日本人の発表のみを紹介することをご容赦願う。

北海道立北方建築総合研究所の堤 拓哉氏は、実スケールの 12 個のモデル建物を使って建物周囲の吹き溜まり形成を実験し、風下側に自然の 3 倍もの積雪になる部分があることを示した。寒地土木研究所の松下拓樹氏は、標識の冠雪対策工について 4 種類の形状を屋外で実験し、60° 勾配の傾斜板が冠雪の形成を小さくする効果があることを示した。東洋製作所の小島真輔氏は、入手容易



図 3 平松和彦氏による雪氷観察装置に関するポスター発表

な資材の組み合わせで作れる人工雪観察装置を紹介した。アクリル製円形ドームを採用して観察を容易にした完成度の高い教材となっていた。北見工業大学の高橋修平氏は、雪山断熱材として牧草を用いた場合の保存効果を実験的に検討した。特に牧草ロールを雪の上に積む方法は、ロール間の融雪促進という問題は残るがユニークな取組である。電気通信大学仁木國雄氏は、ポリエチレンベースのスキーの摩擦について、実際のスキーと実験室での摩擦係数の違いの温度依存性が逆であることを示し、速度依存性も温度によって全く異なることを示した。低温では擬液体層の存在が支配していること、高速・高温での小さい摩擦係数の理由はまだ説明できていないことを示した。私自身の発表は、放射冷却による単結晶氷の製造と、除雪ボランティアの研修プログラムであり、どちらの発表も思いのほか外国人研究者からも興味を持っていた。日本の雪や氷の研究は上記の通り建築、土木、機械、物理、教育と非常に幅広く、そしてユニークであることを改めて感じることで国際会議であった。

3. 氷河氷床

坂井亜規子 (名古屋大学)

今回は氷河氷床という名のセッションが無かったので定かでは無いが、氷河氷床に関係する口頭発表は 25 件ほどあった。その中の 5 件にキャンセルが出、ほとんどが中国人であった。おそらく(いつものように)ビザの取得が間に合わなかったことが原因とみられるが、残念なことである。日本人研究者が著者に入っている発表に関しては、おそらく雪氷学会でも発表されると思うので、海外の研究の口頭発表を中心に報告する。

Michel Baraer 氏はペルーのコーディリアブランカの氷河プロジェクトに関する紹介をおこなった。本シンポジウムのテーマ“Snow, Ice and Humanity in a Changing Climate”にもなっている人間活動を意識したプロジェクトで、熱帯の氷河が後退したときの水資源がどうなるかの将来予測がプロジェクトのゴールとのことであった。特に流出水の化学成分や安定同位体についての測定に重点を置き、水質に力を注いでいるという話があった。

Shichang Kang 氏は Nam Co というチベットにある湖の周囲の 2 つの氷河からの流出に関する解析を報告した。流出量と気象データを比較して、気温との相関があまりないという結果で、解析が少々物足りない印象であった。発表後、Nam Co で湖底堆積物が採られていると思うが、古環境復元などは今後の計画でないのか？と聞いたところ、やりたいと思っている、とのことであった。

Olga Sergienko 氏は南極の氷の下にある湖の形成メカニズムに関する発表をおこなった。南極の氷の下にある湖がどうやったらできるかを、まず表面流動速度分布と氷の下の湖の分布の観測結果から仮説を作り、氷底に凸部分を仮定して、氷を流動させ、水体が形成されるかを数値実験によって確認した。わかりやすい発表であるせいか、とても印象に残る発表であった。

Malia Shahgedanova 氏の発表はロシアのウラル山脈の氷河に関するものであった。もとロシアの研究者で、発表内容は過去の航空写真と最近の衛星画像 (ASTER: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) を比較し、氷河の面積変化を出すものであった。航空写真はなかなか手に入らないデータのひとつである。過去のデータは氷河変動を研究している者にとって財産だと思わせられた発表であった。

4. 雪崩

竹内由香里 (森林総合研究所)

雪崩に関連する発表は約 20 件あり、内容は雪崩のダイナミクス、ハザードマップ、発生機構、雪崩予測、内部構造、観測や雪崩事例の紹介などであった。このうち最も多かったのは雪崩の運動モデルに関する発表であり、スイス、ノルウェー、フランス、日本の各国で開発されたモデルによるシミュレーション結果や様々な問題点が紹介、議論された (図 4)。

筆者は、妙高・幕ノ沢の事例にもとづいて、雪崩が流入したスギ林の倒壊状況から雪崩の速度を推定した結果を発表した。それに関連してここでは、Gratien Anzévui 氏、Perry Bartelt 氏らの“Snow avalanches in mountain forests: tree-ring-based chronology, spread and reach-retrospective modeling of past events with



図 4 口頭発表セッションにおける熱心な討議

RAMMS”について紹介する。雪崩のハザードマップは通常、大規模な雪崩を想定して作成される。森林は雪崩の発生を防ぐ効果はあるが、大規模な雪崩の流下を阻止する効果は小さく、一度倒壊すれば、続いて発生した雪崩には効果がないという理由で、これまでの雪崩の運動モデルでは森林の効果は考慮されていなかった。しかしスイスでは最近、大規模な雪崩より発生頻度の高い中小規模の雪崩に対して、雪崩災害を軽減する森林の効果の重要性が見直されている。この研究では、スイスアルプスの峡谷の樹木に残る雪崩の傷跡を調査し、1863年から2003年までに発生した29の雪崩を識別した。そして、被災樹木の位置データと数値地形モデル(DTM)により、過去の雪崩の到達範囲を再現した。これらの雪崩の情報に基づいて、現在の運動モデル(RAMMS)が検証された。

5. 吹雪

杉浦幸之助(海洋研究開発機構)

今回のシンポジウムでは、口頭発表は16のセッション、ポスター発表は11のグループに整理されていた。この中で、吹雪に関する発表はどれかに集中することなく、分散しているように思われた。このことから、吹雪と他の研究分野との結びつきが強まり、研究が進展しているのではないかと実感させられた。

吹雪に関する主な発表は、やはり野外観測に関する内容が多いようであった。札幌で12個の人工構造物の吹きだまり形状を一冬にわたり観測した発表(堤拓哉氏)、雪粒子の終端落下速度と雪面上の雪粒子の風による飛び出し速度との関係を示

した発表(佐藤研吾氏)、アラスカ・バローにおいて吹雪前後の積雪表面の急速な硬度変化を議論した発表(筆者)、フランス・アルプスでの音響式センサーによる観測(Florence Naaim-Bouvet氏)や現在天気計による観測(Hervé Bellot氏)が紹介された。

吹雪観測のための測器開発としては、南極での吹雪観測に役立つように既存のスノーパーティクルカウンターの機能を取捨選択し、さらに発展させた装置の紹介があった(西村浩一氏)。

大型低温風洞装置を用いた室内実験としては、雪片の衝突による雪面削剥は吹雪粒子による削剥に比べて小さいことを示した発表(佐藤 威氏)、吹雪粒子の帯電と粒径及び温度との関係を調べた発表(大宮 哲氏)、雪面の起伏が吹雪の構造に与える影響を示した発表(根本征樹氏)があった。また、大型低温風洞装置と吹雪の数値モデルを用いて実験を試み、風によって取り込まれる雪粒子数を検討した発表もあった(鈴木 貴氏)。

さらに、風による積雪の再配分過程のモデリングとしては、全球気候モデルの陸面過程モデルに新たな積雪のサブグリッド被覆率スキームを適用する試みが紹介された(高田久美子氏)。その結果として、東シベリアにおける積雪の負のバイアスと北米ロッキー山脈での正のバイアスは改良されたものの、融雪期の積雪は全体的に過大評価となることが示された。

次の国際シンポジウムでは吹雪が他のどのような研究分野(海水や凍土の消長など)とともに展開されているのか、今後がなお一層楽しみとなった。

6. 降積雪

平島寛行, 山口 悟(防災科学技術研究所)

降積雪分野では、ヨーロッパ(Juan Ignacio López-Moreno氏)や日本(山口 悟氏)の山岳域の降積雪特性のほか、日本の平地の長期データ(十日町(竹内由香里氏)、北海道(山口高志氏))が報告された。それらは継続的な観測の重要性を改めて感じさせるものであった。また、実測に基づく山岳の積雪分布の研究(Thomas Grünewald氏, Michael Schirmer氏)やモデルを使った積雪再配分を考慮した積雪深分布の研究(Rebecca Mott氏)など、幅広い研究発表がみられた(図5)。

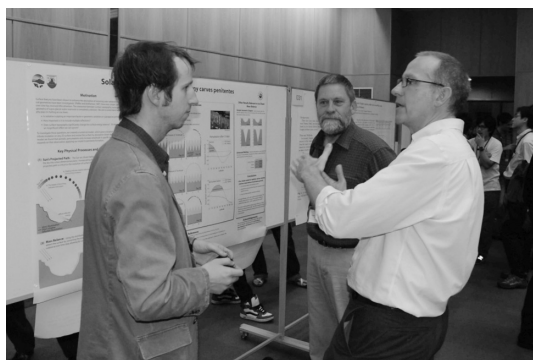


図 5 ポスターセッションにおける議論のようす

積雪分野では、ダボスのスイス雪・雪崩研究所 (SLF) が行っている X 線解析を用いた微細構造の研究が印象的であった。Martin Schneebeli 氏の発表では、積雪は普段考えられているような粒子の集まりではなく、複雑なネットワーク構造を持った物質であることを示し、雪質や粒径といったパラメータでは、実際の積雪の変質過程を説明するには不十分である可能性を示唆した。この X 線から得られた積雪の 3 次元構造は、ポスター発表において立体視画像として展示された (Martin Heggli 氏)。日本からは、こしもざらめ雪からしまり雪に変質する際のせん断強度の変化を測定した結果 (阿部 修氏) が発表されており、それは微細構造の研究と組み合わせるとさらに進展することが期待できる分野であるため、日本でも微細構造の研究を発展させたいところである。

一方、積雪内部の水の移動に関する研究は日本がリードしつつある。積雪の粒径や密度を毛管力や透水係数と関連づけた実験の結果 (山口 悟氏) に基づいて開発したモデルを、積雪変質モデル (SNOWPACK) に組み込んだ研究成果 (平島寛行氏) が、スイスにおける湿雪雪崩の発生事例との比較 (Christoph Mitterer 氏) に用いられるなど、日本の研究成果が SLF で応用された発表もみられた。

この他、サブグリッドスケールの積雪分布を考慮した陸面モデルを組み入れた大気大循環モデルに関する発表 (高田久美子氏)、融雪量の見積りに重要なアルベドに特化した積雪モデルに関する発表 (庭野匡思氏) もあった。このように、気候モデルに応用するための積雪モデルと積雪の物理

過程を詳しく扱ったモデルの連携は重要であり、そういう意味で日本版 SNOWMIP (児玉裕二氏) の今後の発展が楽しみである。

降積雪分野は非常に内容のある発表が目白押しだったが、一つ残念だったのはこの分野は学生やポストドク等の若手の日本人研究者が外国と比べて少なかった点である。昔から行われている研究分野ではあるものの、未知の事も多くあるので、ぜひやる気のある若手の参戦を期待したい。

7. アイスコア及び雪氷化学

東久美子 (国立極地研究所)

アイスコア及び雪氷化学に関する研究発表は、中国人のキャンセルが多く、殆どが日本人の発表であった。南極関連では、南極ドームふじにおける深層コア、浅層コア、積雪に関する発表、東ドローニングモードランドの浅層コアや積雪に関する発表などがあった。北極関連では、アラスカの雪氷コアに関する発表、グリーンランドの積雪に関する発表があった。この他、カムチャッカの雪氷コア、アルタイ山脈の雪氷コア、中国の水河の積雪、国内の降積雪などに関する発表があった。

雪氷コアに含まれている個々の花粉粒子の DNA 解析から種の同定を行う中澤文男氏の試み “DNA analysis of a single Pinus pollen grain in a glacier for identification of the species”, 水河表面の不純物に含まれる Sr, Nd, Pb の同位体比からダストや微生物の起源を推定した永塚尚子氏の発表 “Sr, Ne and Pb stable isotopes of surface dust on the Urumqi Glacier No. 1 in western China”, 積雪やアイスコアの塩微粒子の分析から南極氷床における化学物質の存在形態や大気輸送中及び積雪内での化学反応などを考察した飯塚義徳氏 “Constituent elements of insoluble and nonvolatile particles during warm and cold periods of Dome Fuji ice core” と植本 陽氏 “Quantitative estimation of sea-salt sulfatization in the atmosphere and surface snow of inland Antarctica” の発表など、若手が新しい手法を用いて挑戦的な研究テーマに取り組んでいる姿勢が印象的であった。

8. 海水

館山一孝（北見工業大学）

海水に関する IGS シンポジウムが 6 月上旬にトロムソで開催された影響もあり、本シンポジウムにおける海水に関する発表件数は口頭 6 件、ポスター 4 件に留まり、残念ながら海外研究者からの発表は 1 件のみであった。海水に関する口頭発表は初日の第 1 セッション『雪氷圏変動』と最終日の第 15 セッション「氷河・海水の予測とモデル入力」で行われた。前者のセッションでの発表はいずれもリモートセンシングによる雪氷圏監視に関するものであった。オホーツク海北海道沿岸の 2 地点に設置されたドップラーレーダによる雪雲と海水の同時観測（藤吉康志氏）、陸上及び衛星マイクロ波センサーを使用した海水厚推定手法の開発（筆者）、衛星観測による北極海航路上氷状の経年変化（柴田啓貴氏）など最新の監視技術が紹介された。後者のセッションではカムチャツカのイチンスキー山頂上氷河のアイスコアから復元されたオホーツク海の海水面積と降水量・気温・日射量の変動（的場澄人氏）、オホーツク海の最大海水面積とオホーツク海北西部の秋季気温・流入する北太平洋水の水温との高い関連性（中野渡拓也氏）など興味深い研究が紹介された。ポスターセッションでは南極やオホーツク海、サロマ湖、低温室における海水物理、化学、船舶工学、リモートセンシングと多岐にわたる分野の発表がなされた。現在起こりつつある海水の面積衰退、薄氷化や降雪量の増加といった環境変化とその影響を捉えるための現場観測やリモートセンシングの技術が確実に進化している印象を受けた。

9. キーノートスピーチ

榎本浩之（北見工業大学）

キーノートスピーチはスイス連邦工科大学名誉教授で前 IGS 会長でもある大村 纂氏により、“Cryosphere in the changing climate — rejection and acceptance of the scientific theories —”



図 6 大村 纂氏によるキーノートレクチャー

というタイトルで行なわれた（図 6）。Cryosphere 全体を網羅しながら、これまでの科学の歴史の中で新しい考えがどのように拒否され、やがてどのように受け入れられたか、という話題で話し始められたが、その話題を切り口にしながら尽きぬ科学への憧憬と科学を支えてきた研究者への感慨を語られた。話される内容は、スイスの氷河や南極・グリーンランド氷床、温暖化と多岐に渡るが、そこでの科学的成果の紹介とともに、それを導き出してきた科学者の姿が紹介される。印象的だったのは講演後の質問の時間、次々と質問が出る、大村先生はしばし考えて、それに答えていく。考えている時間、聴衆はどのような言葉が出てくるのかじっと期待して待っている。教育の問題にも及ぶ。意見を聞きたい、そういった問いも多かった。話の主役は科学的成果、発見の歴史と社会の反応だけでなく、その中にいた研究者とその判断である。科学の歴史観のような講演を聞きながら、取り組んだ人の姿と回りの拒否そして承認、その間にあった研究者の執着、そこに研究者である聴衆は自分自身を重ね合わせて聞いていたのではないだろうか。予定の時間をかなりオーバーしても、司会の IGS 会長 Eric Brun 氏も時間を気にしない。いつまでも話を聞いていたい、考えを聞きたい、そういった雰囲気会場にあふれていた。大変良い時間であった。